

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 690**

51 Int. Cl.:

C25B 11/02 (2006.01)

C25B 11/04 (2006.01)

C25B 1/10 (2006.01)

C25B 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2017** **E 17192439 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020** **EP 3460101**

54 Título: **Electrodo para un procedimiento de electrólisis**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.11.2020

73 Titular/es:
HYMETH APS (100.0%)
Maskinvej 5
2860 Søborg, DK

72 Inventor/es:
BISHWAS, SUMON

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 795 690 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Electrodo para un procedimiento de electrólisis

5 La presente divulgación se refiere a electrodos y en particular a electrodos para un procedimiento de electrólisis.

Antecedentes

10 La electrólisis del agua es un procedimiento en el que las moléculas de agua se descomponen, formando gas hidrógeno y gas oxígeno. Este procedimiento ocurre como resultado de una corriente eléctrica que fluye entre dos electrodos sumergidos en agua.

15 Un electrolito se agrega por lo general al agua antes de la electrólisis para aumentar la conductancia eléctrica del agua. Esto asegura un procedimiento de electrólisis más eficiente debido a las mejores características de transporte de carga. Sin embargo, agregar un electrolito puede dar lugar a que se creen subproductos no deseados durante el procedimiento de electrólisis.

20 El agua purificada se puede usar con el propósito de electrólisis, eliminando esencialmente la creación de subproductos no deseados. Sin embargo, debido a las propiedades inherentes del agua purificada, tal como la baja conductancia eléctrica, puede ser más difícil iniciar un procedimiento de electrólisis eficiente en agua purificada.

25 El documento US 4 210 516 describe elementos de electrodo provistos para celdas de electrólisis monopolar útiles en la electrólisis cloroalcalina, que tienen dos superficies de electrodo verticales, planas y opuestas, las superficies son sustancialmente paralelas y separadas entre sí y están unidas eléctricamente a un marco de electrodo. Al menos una varilla de electrodo está conectada de manera conductora eléctricamente a la porción lateral del marco del electrodo, extendiéndose a través del espacio entre las superficies de electrodo opuestas sustancialmente paralelas a las superficies de electrodo. El diámetro de dicha varilla es menor que la distancia entre las superficies opuestas del electrodo. La varilla de electrodo está provista de miembros conductores distribuidos a lo largo de la misma y conectados de manera conductora eléctricamente tanto a las superficies de electrodo como a la varilla de electrodo.

El documento US 622 689 describe un procedimiento de fabricación de electrodos de batería.

35 El documento US 4 007 054 describe una bobina de alambre de zinc enrollada como una hélice en un soporte conductor tal como un alambre o varilla de cobre o latón.

40 El documento CN 202 131 377 describe un par de electrodos para agua electrolizada, que tiene una alta eficiencia de producción y es fácil de transportar. El par de electrodos para agua electrolizada se caracteriza porque los dos electrodos que forman el par de electrodos son cuerpos metálicos helicoidales y los dos electrodos se fijan en un tanque electrolítico para formar una estructura de doble hélice. El tanque electrolítico puede ser en forma de barril o tubular. Los cuerpos metálicos helicoidales se pueden enrollar mediante barras metálicas cuyas secciones transversales son circulares. Además, los cuerpos metálicos helicoidales se pueden enrollar mediante más de dos barras metálicas, cuyas secciones transversales son circulares, y las cabezas o las colas de todas las barras metálicas están conectadas entre sí.

45 Resumen

50 En vista de lo anterior, un objeto general de la presente divulgación es resolver o al menos reducir los problemas de la técnica anterior.

Por consiguiente, según un primer aspecto de la presente divulgación, se proporciona un electrodo que comprende las características de la reivindicación 1. Otras realizaciones se describen en las reivindicaciones 2 a 11.

55 El presente diseño de electrodo con una bobina de metal y un alambre de metal que se extiende dentro de la bobina de metal a lo largo de la extensión longitudinal de la bobina de metal crea un efecto magnetohidrodinámico, que reduce la polarización electrolítica, aumenta el fenómeno de convección y aumenta la densidad de corriente y la fuerza de Lorentz. El procedimiento de electrólisis puede hacerse así más eficiente.

60 La resistividad del metal usado para la bobina de metal y el alambre de metal es preferiblemente baja. Se obtiene así un efecto magnético relativamente fuerte y se evita el sobrecalentamiento. Si parte de la corriente genera calor en lugar de electrólisis, se reduce la eficiencia general del procedimiento. Además, el calor puede generar vapor, que contamina los gases de hidrógeno y oxígeno producidos por la electrólisis. Ejemplos de metales de baja resistividad son plata, oro, aluminio o cobre. Después de la plata, el cobre es el metal de menor resistividad. Por lo tanto, el cobre es el metal más preferido, ya que es menos costoso que la plata y el oro. El aluminio es inestable en soluciones alcalinas y, por lo tanto, es menos apropiado que el cobre en un electrodo de la presente divulgación. De acuerdo con lo anterior, el alambre de metal y la bobina de metal pueden comprender un metal seleccionado de

cobre, plata, oro y aluminio. Según una realización preferida, el alambre de metal comprende cobre y la bobina de metal comprende cobre.

5 Según la invención, las vueltas de la bobina de metal están separadas por un espacio. En este caso, la bobina de metal, que es helicoidal, tiene una inclinación tal que hay un espacio o distancia entre giros consecutivos. Esto facilita que el líquido fluya hacia el área central de la bobina de metal, esto es, hacia el canal central formado por las vueltas de la bobina de metal.

10 Según una realización, el electrodo comprende además un marco eléctricamente conductor al que están conectados el alambre de metal y la bobina de metal. El alambre de metal y la bobina de metal están conectados eléctricamente al marco eléctricamente conductor. El alambre de metal y la bobina de metal en particular pueden estar conectados galvánicamente al marco eléctricamente conductor.

15 El marco eléctricamente conductor puede estar recubierto según una realización con un material aislante. De este modo, los electrodos adyacentes en una pila se pueden aislar entre sí. El material aislante puede ser hidrófobo para facilitar el flujo de agua a través de una pila de electrolizadores que comprende el marco eléctricamente conductor. Un ejemplo de un material aislante hidrófobo apropiado es Teflon®, por ejemplo, Teflon® PFA.

20 Según una realización, el marco eléctricamente conductor es un marco de metal.

Según una realización, el marco eléctricamente conductor comprende cobre.

25 Según una realización, el alambre de metal y la bobina de metal forman una subunidad y el electrodo comprende al menos dos de tales subunidades, tales como al menos tres de tales subunidades, tales como al menos cuatro de tales subunidades. El electrodo puede comprender de este modo una pluralidad de subunidades.

30 Según una realización que comprende el marco eléctricamente conductor, las subunidades están conectadas al marco eléctricamente conductor. Todas las subunidades de un electrodo, de este modo, se pueden conectar eléctricamente al marco eléctricamente conductor.

Según una realización, las subunidades se extienden longitudinalmente en el mismo plano.

Según una realización, las subunidades son paralelas.

35 Según la invención, el alambre de metal y la bobina de metal están cubiertos con una estructura nanoporosa que comprende níquel. El efecto magnetohidrodinámico mencionado anteriormente creado por la configuración del alambre de metal y la bobina de metal ayuda a las burbujas de gas a escapar de la estructura nanoporosa. La estructura nanoporosa aumenta la densidad de corriente, lo que hace que la electrólisis sea más eficiente.

40 Según una realización, el alambre de metal y la bobina de metal están conectados galvánicamente. El alambre de metal y la bobina de metal están, por consiguiente, conectados mecánicamente entre sí. De este modo, cuando el electrodo está conectado a una fuente de alimentación, el alambre de metal y la bobina de metal tendrán el mismo potencial eléctrico.

45 Según la invención, la bobina de metal tiene una pluralidad de vueltas que forman un cuerpo de bobina alargado con un canal central a lo largo del eje central de la bobina de metal, en el que el alambre de metal se extiende longitudinalmente dentro del canal central.

50 El alambre de metal puede, por ejemplo, extenderse recto o esencialmente recto dentro del canal central desde un extremo de la bobina de metal hasta el otro extremo de la bobina de metal. Por consiguiente, el alambre de metal se puede extender paralelo o esencialmente paralelo con el eje central de la bobina de metal.

Según la invención, el alambre de metal se extiende a través de toda la bobina.

55 El alambre de metal, por consiguiente, se puede extender desde un extremo de la bobina de metal hasta el otro extremo de la bobina de metal a lo largo del eje central de la bobina de metal.

60 En configuraciones alternativas y menos preferidas, pero que aún funcionan, de las realizaciones mencionadas anteriormente del primer aspecto, no se dispone ningún alambre de metal dentro de la bobina de metal.

Según un segundo aspecto de la presente divulgación, se proporciona una celda electrolítica que comprende dos electrodos según el primer aspecto y una membrana configurada para separar los dos electrodos. Dicha separación puede comprender una o más juntas. Por ejemplo, la membrana se puede fijar entre dos juntas, que a su vez contactan los electrodos respectivos. Alternativamente, la membrana se puede integrar con una junta dispuesta para contactar los marcos de los electrodos.

El tamaño de poro de la membrana puede ser, por ejemplo, de $0.15 \pm 0.05 \mu\text{m}$. Un ejemplo de un material de membrana apropiado es Zirfon Perl 500 UTP.

5 Según un tercer aspecto de la presente divulgación, se proporciona una pila de electrolizadores que comprende al menos dos celdas electrolíticas según el segundo aspecto.

10 La pila de electrolizadores puede comprender en particular una pluralidad de celdas electrolíticas dispuestas alineadas de manera apilada. Una cámara de fluido está formada de este modo por los marcos eléctricamente conductores. Los pares de bobinas de metal y marcos metálicos se extienden entre los lados opuestos de sus respectivos marcos eléctricamente conductores. La cámara de fluido incluye de este modo la pluralidad de pares de bobinas metálicas y marcos metálicos, que abarcan la cámara de fluido.

15 La pila de electrolizadores puede comprender una entrada de fluido para permitir que un fluido tal como agua entre en la cámara de fluido. Así, el fluido puede entrar en contacto con los electrodos dentro de la cámara de fluido para que se pueda iniciar un procedimiento de electrólisis. La pila de electrolizadores puede comprender además una primera salida de gas y una segunda salida de gas. La primera salida de gas y la segunda salida de gas se pueden configurar para descargar/liberar un gas respectivo de la cámara de fluido, obtenido de los procedimientos de electrólisis. Por ejemplo, en la electrólisis del agua se crea gas hidrógeno en el cátodo y oxígeno en el ánodo. En este caso, la primera salida de gas se puede configurar para funcionar como una salida de gas hidrógeno y la segunda salida de gas se puede configurar para funcionar como una salida de gas oxígeno.

20 En general, todos los términos usados en las reivindicaciones se deben interpretar según su significado ordinario en el campo técnico, a menos que se defina explícitamente lo contrario en este documento. Todas las referencias a "uno/un/el elemento, aparato, componente, medio, etapa, etc." se deben interpretar abiertamente como al menos una instancia del elemento, aparato, componente, medio, paso, etc., a menos que se indique explícitamente lo contrario. Las etapas de cualquier método descrito en este documento no tienen que realizarse en el orden exacto descrito, a menos que se indique explícitamente.

30 Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán ejemplos del concepto inventivo, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

35 La figura 1 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de un ejemplo de un electrodo;

La figura 2 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de un ejemplo de una celda electrolítica;

La figura 3 muestra esquemáticamente una sección a través de la celda electrolítica mostrada en la figura 2;

40 La figura 4 muestra esquemáticamente un ejemplo de una pila de electrolizadores que comprende una pluralidad de celdas electrolíticas mostradas en la figura 2; y

La figura 5 es una vista despiezada de una pila de electrolizadores.

45 Descripción detallada

50 La invención se describirá ahora más completamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran ciertas realizaciones de la invención. Sin embargo, esta invención se puede realizar de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones establecidas en este documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmitirá completamente el alcance de la invención para los expertos en el arte. Los números iguales se refieren a elementos similares en toda la descripción.

55 La figura 1 muestra un ejemplo de un electrodo 1. El electrodo 1 se puede usar para un procedimiento de electrólisis, por ejemplo para la electrólisis de agua. El electrodo 1 comprende un marco 3 eléctricamente conductor. El marco 3 eléctricamente conductor puede comprender, por ejemplo, cobre.

60 En el presente ejemplo, el marco 3 eléctricamente conductor comprende dos miembros 3a y 3b del marco. Los dos miembros 3a y 3b del marco están configurados para estar alineados entre sí y montados juntos para formar el marco 3 eléctricamente conductor. Se debe observar que el marco 3 eléctricamente conductor podría consistir alternativamente en un solo miembro del marco.

65 El electrodo 1 está configurado para conectarse a un terminal de una fuente de alimentación. El electrodo 1 ejemplificado comprende una porción 3c de conexión configurada para conectarse a una fuente de alimentación. En particular, el marco 3 eléctricamente conductor comprende la porción 3c de conexión. La porción 3c de conexión

puede ser, por ejemplo, una protrusión o lengüeta que se extiende desde el cuerpo principal del marco 3 eléctricamente conductor, como se muestra en la figura 1.

5 El electrodo 1 comprende además una bobina 5 de metal y un alambre 7 de metal. La bobina 5 de metal puede comprender, por ejemplo, cobre. El alambre 7 de metal puede comprender, por ejemplo, cobre. El alambre 7 de metal se extiende dentro de la bobina 5 de metal. La bobina 5 de metal que tiene una pluralidad de vueltas que forman un cuerpo de bobina alargado. La bobina 5 de metal se extiende entre dos lados opuestos del marco 3 eléctricamente conductor. El alambre 7 de metal se extiende dentro del cuerpo de bobina alargado, en particular en un canal central formado por las vueltas de la bobina, en la dirección axial de la bobina 5 de metal.

10 En el ejemplo que se muestra en la figura 1, el alambre 7 de metal tiene una extensión longitudinal recta o esencialmente recta. El alambre 7 de metal se extiende desde un lado del marco 3 eléctricamente conductor hasta un lado opuesto del marco 3 eléctricamente conductor.

15 La bobina 5 de metal y el alambre 7 de metal están cubiertos con una estructura nanoporosa que comprende níquel.

20 El electrodo 1 ejemplificado comprende una pluralidad de pares de bobinas 5 de metal y alambres 7 de metal. Cada par de bobina 5 de metal y alambre 7 de metal en lo sucesivo se denominará subunidad 9. Estas subunidades 9 están dispuestas dentro del marco 3 eléctricamente conductor una tras otra. Las subunidades 9 tienen una extensión longitudinal en un plano común. Las subunidades 9 están dispuestas en paralelo. Los pares de bobinas 5 de metal y alambres 7 de metal están, por lo tanto, dispuestos paralelos entre sí, extendiéndose entre los lados opuestos del marco 3 eléctricamente conductor. Las subunidades 9 pueden llenar esencialmente el espacio entre las porciones laterales del marco. Por lo tanto, cada subunidad 9 puede extenderse longitudinalmente desde un primer lado del marco 3 eléctricamente conductor hasta un segundo lado opuesto del marco 3 eléctricamente conductor, y la pluralidad de subunidades 9 se puede disponer una tras otra, en paralelo, de modo que ocupen el espacio desde un tercer lado del marco 3 eléctricamente conductor hasta un cuarto lado del marco 3 eléctricamente conductor, opuesto al tercer lado.

30 En el presente ejemplo, las subunidades 9 están fijadas al marco 3 eléctricamente conductor entre los dos miembros 3a y 3b del marco. En particular, cada par de bobina 5 de metal y alambre 7 de metal se puede sujetar entre los dos miembros 3a y 3b del marco. También se prevén otros medios para la unión de las subunidades al marco eléctricamente conductor. Las bobinas metálicas y los alambres metálicos podrían, por ejemplo, estar unidos al marco eléctricamente conductor mediante tornillos u otros medios de fijación.

35 El marco 3 eléctricamente conductor comprende primeras aberturas 11a-b pasantes y al menos una segunda abertura pasante, en el presente ejemplo dos segundas aberturas 13a-b pasantes, que se extienden a través del marco 3 eléctricamente conductor en una dirección perpendicular a la extensión longitudinal de las subunidades 9, esto es, de las bobinas 5 de metal y los alambres 7 de metal. Las primeras aberturas 11a-b pasantes están en comunicación fluida con las subunidades 9 en un extremo de las subunidades 9. Las segundas aberturas 13a-b pasantes están en comunicación fluida con las subunidades 9 en un extremo opuesto de las subunidades 9. Las primeras aberturas 11a-b pasantes pueden ser, por ejemplo, salidas de gas tales como una primera salida 11a de gas y una segunda salida 11b de gas. Las segundas aberturas 13a-b pasantes pueden ser, por ejemplo, entradas de líquido para permitir que el líquido sumerja las subunidades 9. Gas creado en las proximidades de las subunidades 9 en un procedimiento de electrólisis debido al contacto del líquido con las subunidades 9 proporcionadas con un potencial eléctrico puede salir del marco 3 eléctricamente conductor a través de las aberturas 11a-b pasantes, como se explicará con más detalle a continuación.

50 La figura 2 muestra un ejemplo de una celda 15 electrolítica. La celda 15 electrolítica ejemplificada comprende dos electrodos 1 dispuestos de manera apilada. Las primeras aberturas 11a-b pasantes de un primer electrodo 1 están alineadas con las primeras aberturas pasantes correspondientes de un segundo de los electrodos 1 de la celda 15 electrolítica.

55 Las segundas aberturas 13a-b pasantes del primer electrodo 1 están alineadas con las segundas aberturas pasantes correspondientes del segundo electrodo 1 de la celda 15 electrolítica. De este modo, el líquido puede fluir a través de los marcos 3 eléctricamente conductores a las subunidades 9. Además, el gas puede fluir desde las subunidades 9 y a través de los marcos 3 eléctricamente conductores apilados a través de las primeras aberturas 11a-b pasantes. Esta configuración se ilustra para las primeras aberturas 11a pasantes de los dos electrodos 1 en la figura 3, que es una sección de una porción superior de la celda 15 electrolítica mostrada en la figura 2.

60 La celda 15 electrolítica puede comprender una membrana (no mostrada), tal como una membrana separadora. La membrana está dispuesta entre los dos electrodos 1. En particular, la membrana puede estar emparedada entre los dos electrodos 1.

65 La celda 15 electrolítica puede comprender al menos una junta 17 intercalada entre dos electrodos 1 adyacentes. Un elastómero, tal como un elastómero polimérico, se usa por lo general para al menos una junta 17. El material de la

junta puede ser eléctricamente aislante. En tal caso, la junta 17 está configurada para aislar eléctricamente los dos electrodos 1 adyacentes entre sí.

5 Una membrana y una o más junta(s) 17 pueden de este modo separar conjuntamente dos electrodos adyacentes de una celda 15 electrolítica. Una membrana y una o más junta(s) 17 también pueden separar conjuntamente dos celdas 15 electrolíticas adyacentes.

10 La celda 15 electrolítica también puede comprender uno o más primeros miembros 19a de sellado tales como juntas tóricas para asegurar una conexión hermética al fluido entre los dos electrodos 1. La celda 15 electrolítica también puede comprender segundos miembros 19a de sellado configurados para proporcionar una conexión hermética del fluido entre los miembros 3a y 3b del marco de cada electrodo 1. Los segundos miembros 19a de sellado pueden ser, por ejemplo, juntas tóricas.

15 Se ha establecido previamente que las primeras aberturas 11a-b pasantes de cada electrodo 1 están en comunicación fluida con un extremo de las subunidades 9 correspondientes. En el ejemplo de la figura 3, se proporciona un ejemplo de esta comunicación fluida. En particular, el marco 3 eléctricamente conductor comprende canales 11c de fluido que se extienden desde solo una de las primeras aberturas 11a-b pasantes hasta las subunidades 9. En particular, solo uno de los electrodos 1 tiene canales 11c de fluido conectados a la primera abertura 11a pasante y solo uno de los electrodos 1 tiene canales de fluido conectados a la primera abertura 11b pasante. Esto asegura que dos flujos de gas se puedan separar entre sí, como se explicará a continuación.

El marco 3 eléctricamente conductor también puede comprender canales de fluido (no mostrados) para conectar las segundas aberturas 13a-b pasantes con el otro extremo de las subunidades 9.

25 La figura 4 muestra una pila 21 de electrolizadores. La pila 21 de electrolizadores comprende una pluralidad de electrodos 1 dispuestos uno tras otro de manera apilada. En particular, la pila 21 de electrolizadores comprende una pluralidad de celdas 15 electrolíticas. Entre cada par de electrodos 1 adyacentes, se proporciona al menos una junta 17 y una membrana.

30 La pila 21 de electrolizadores ejemplificada incluye una primera placa 23 final configurada para montarse en un primer electrodo 1 más externo y una segunda placa final (no mostrada) configurada para montarse en un segundo electrodo 1 más externo, en un extremo opuesto de la pila 21 de electrolizadores.

35 El funcionamiento de la pila 21 de electrolizadores se describirá ahora con referencia a la figura 5, que muestra una vista en despiece de la pila 21 de electrolizadores. En la vista en despiece, también se muestran algunos componentes adicionales. Aquí, por ejemplo, se muestra la segunda placa 25 final. Los electrodos 1 están dispuestos uno tras otro, formando celdas 15 electrolíticas en pares adyacentes. Cada celda 15 electrolítica tiene una primera porción 3c de conexión y una segunda porción 3d de conexión. Cada primera porción 3c de conexión está en conexión eléctrica con un respectivo marco 3 eléctricamente conductor. Cada segunda porción 3d de conexión está en conexión eléctrica con un respectivo marco 3 eléctricamente conductor. Todas las primeras porciones 3c de conexión están en uso conectadas a un primer terminal de una fuente de alimentación. Todas las segundas porciones 3d de conexión están en uso conectadas a un segundo terminal de una fuente de alimentación. De este modo, los electrodos 1 provistos de una primera porción 3c de conexión en uso tendrán un primer potencial eléctrico y los electrodos provistos de una segunda porción 3d de conexión tendrán un segundo potencial eléctrico.

45 La pila 21 de electrolizadores está configurada para conectarse a un suministro de líquido, por lo general un suministro de agua. En este caso, la primera placa 23 final está provista de entradas 23a y 23b de fluido configuradas para conectarse a un suministro de líquido. Las entradas 23a y 23b de fluido están conectadas a una respectiva de las segundas aberturas 13a y 13b pasantes. En el ejemplo que se muestra en la figura 5, las tuberías 27a y 27b se pueden conectar a una entrada 23a y 23b de fluido respectiva.

50 La segunda placa 25 final está provista de salidas de fluido (ahora mostradas). Las salidas de fluido están configuradas para conectarse a, por ejemplo, la tubería. Una primera salida de fluido está configurada para conectarse a una de las primeras aberturas 11a y 11b pasantes y una segunda salida de fluido está configurada para conectarse a la otra de las primeras aberturas 11a y 11b pasantes. De este modo, en el presente ejemplo, la primera salida de fluido está configurada para conectarse a la primera abertura 11a pasante y la segunda salida de fluido está configurada para conectarse a la primera abertura 11b pasante. Cuando se ha instalado la pila 21 de electrolizadores, las segundas aberturas 13a-b pasantes se ubican más cerca del fondo de la pila 21 de electrolizadores que las primeras aberturas 11a-b pasantes. Cuando, por ejemplo, agua tal como el agua alcalina entra en la pila 21 de electrolizadores a través de la primera entrada 27a y la segunda entrada 27b, el agua fluirá a través de las segundas aberturas 13a y 13b pasantes. A medida que fluye más agua hacia la pila 21 de electrolizadores, el agua se distribuye y fluye hacia arriba en los canales de fluido de los marcos 3 eléctricamente conductores. A partir de aquí, el agua fluye hacia una cámara de fluido, que está formada por las celdas 15 electrolíticas apiladas. La cámara del fluido se llena posteriormente con agua que contacta con las subunidades 9, esto es, las bobinas 5 de metal y los alambres 7 de metal. Cuando los electrodos 1 se alimentan con corriente, se inicia un procedimiento de electrólisis. De este modo, el gas hidrógeno se crea en los cátodos y el oxígeno en los

ánodos. El gas hidrógeno y el gas oxígeno, que se elevan debido a una densidad menor que el agua, como resultado de la configuración alterna del canal de fluido en los electrodos 1, ingrese una respectiva entrarán en una respectiva de las dos primeras aberturas 11a y 11b pasantes, que están ubicadas verticalmente por encima de las subunidades 9. El gas hidrógeno y el gas oxígeno se pueden de este modo descargar/liberar individualmente de la pila 21 de electrolizadores.

5

En un ejemplo del electrodo presentado aquí, en la bobina 5 de metal puede tener un diámetro de bobina de 1.2 cm, el diámetro del alambre de bobinado puede ser de 1.7 mm y el espacio entre vueltas puede ser de 2.5 mm. Cabe señalar que este es simplemente un ejemplo y se prevé una gran pluralidad de diferentes dimensiones de la bobina de metal.

10

La invención se ha descrito principalmente anteriormente con referencia a algunas realizaciones. Sin embargo, como puede apreciar fácilmente un experto en el arte, otras realizaciones distintas de las descritas antes son igualmente posibles dentro del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones de patente adjuntas.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un electrodo (1) que comprende un alambre (7) de metal y una bobina (5) de metal, en el que el alambre (7) de metal está dispuesto dentro de la bobina (5) de metal y en el que el alambre (7) de metal y la bobina (5) de metal están en contacto eléctrico, la bobina (5) de metal que tiene una pluralidad de vueltas que forman un cuerpo de bobina alargado con un canal central a lo largo del eje central de la bobina (5) de metal, en el que las vueltas de la bobina (5) de metal están separadas por un espacio, en el que el alambre (7) de metal se extiende longitudinalmente dentro del canal central, el alambre (7) de metal se extiende a través de la bobina completa desde un extremo de la bobina de metal hasta el otro extremo de la bobina de metal a lo largo del eje central de la bobina (5) de metal, y en el que la bobina (5) de metal y el alambre (7) de metal están cubiertos con una estructura nanoporosa que comprende níquel.
- 10
2. El electrodo (1) de la reivindicación 1, en el que el alambre (7) de metal comprende cobre y la bobina (5) de metal comprende cobre.
- 15
3. El electrodo (1) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un marco (3) eléctricamente conductor al que están conectados el alambre (7) de metal y la bobina (5) de metal.
- 20
4. El electrodo (1) de la reivindicación 3, en el que el marco (3) eléctricamente conductor es un marco de metal.
5. El electrodo (1) de la reivindicación 3 o 4, en el que el marco (3) eléctricamente conductor comprende cobre.
- 25
6. El electrodo (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 3-5, en el que el marco (3) eléctricamente conductor está recubierto con un material aislante.
7. El electrodo (1) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alambre (7) de metal y la bobina (5) de metal forman una subunidad (9) y el electrodo (1) comprende al menos dos de tales subunidades (9), tal como al menos tres de tales subunidades (9), tal como al menos cuatro de tales subunidades (9).
- 30
8. El electrodo (1) de la reivindicación 7 que comprende el marco (3) eléctricamente conductor de una cualquiera de las reivindicaciones 3-7 y en el que las subunidades (9) están conectadas al marco eléctricamente conductor.
- 35
9. El electrodo (1) de la reivindicación 7 u 8, en el que las subunidades (9) se extienden longitudinalmente en el mismo plano.
10. El electrodo (1) de una cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que las subunidades (9) son paralelas.
- 40
11. El electrodo (1) de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alambre (7) de metal y la bobina (5) de metal están conectados galvánicamente.
- 45
12. Una celda (15) electrolítica que comprende dos electrodos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y una membrana configurada para separar los dos electrodos (1).
13. Una pila (21) de electrolizadores que comprende al menos dos celdas (15) electrolíticas según la reivindicación 12.

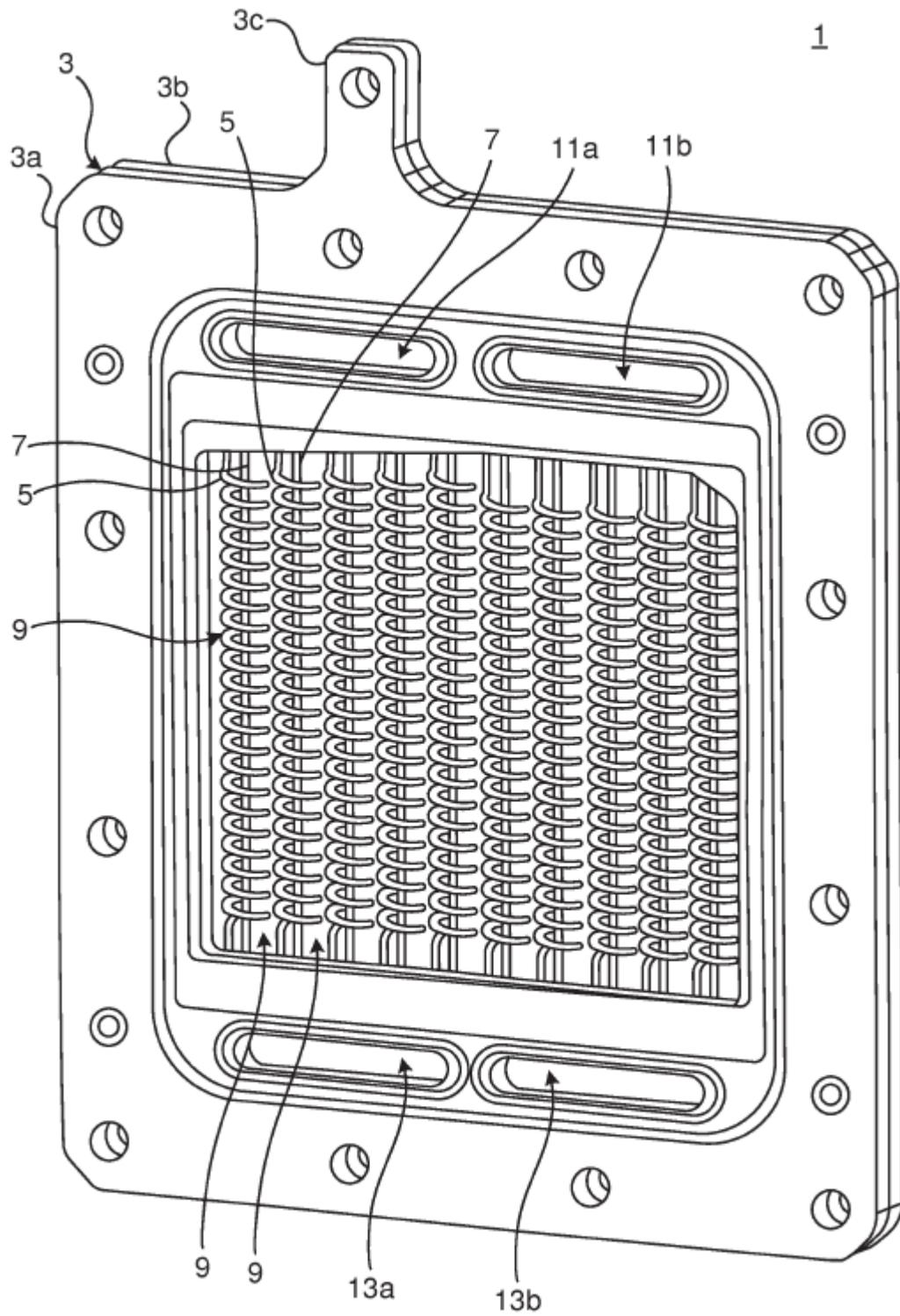


Fig. 1

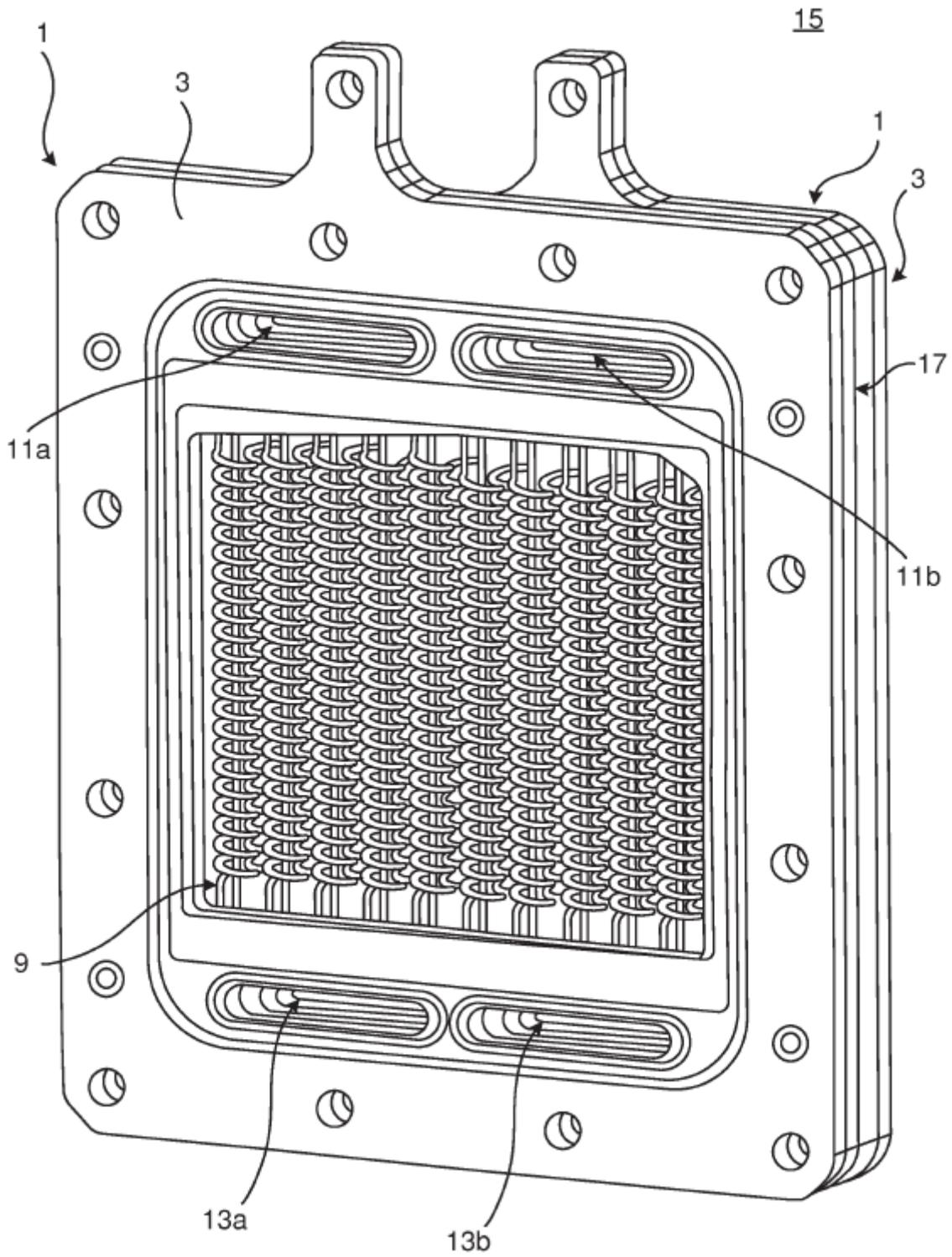


Fig. 2

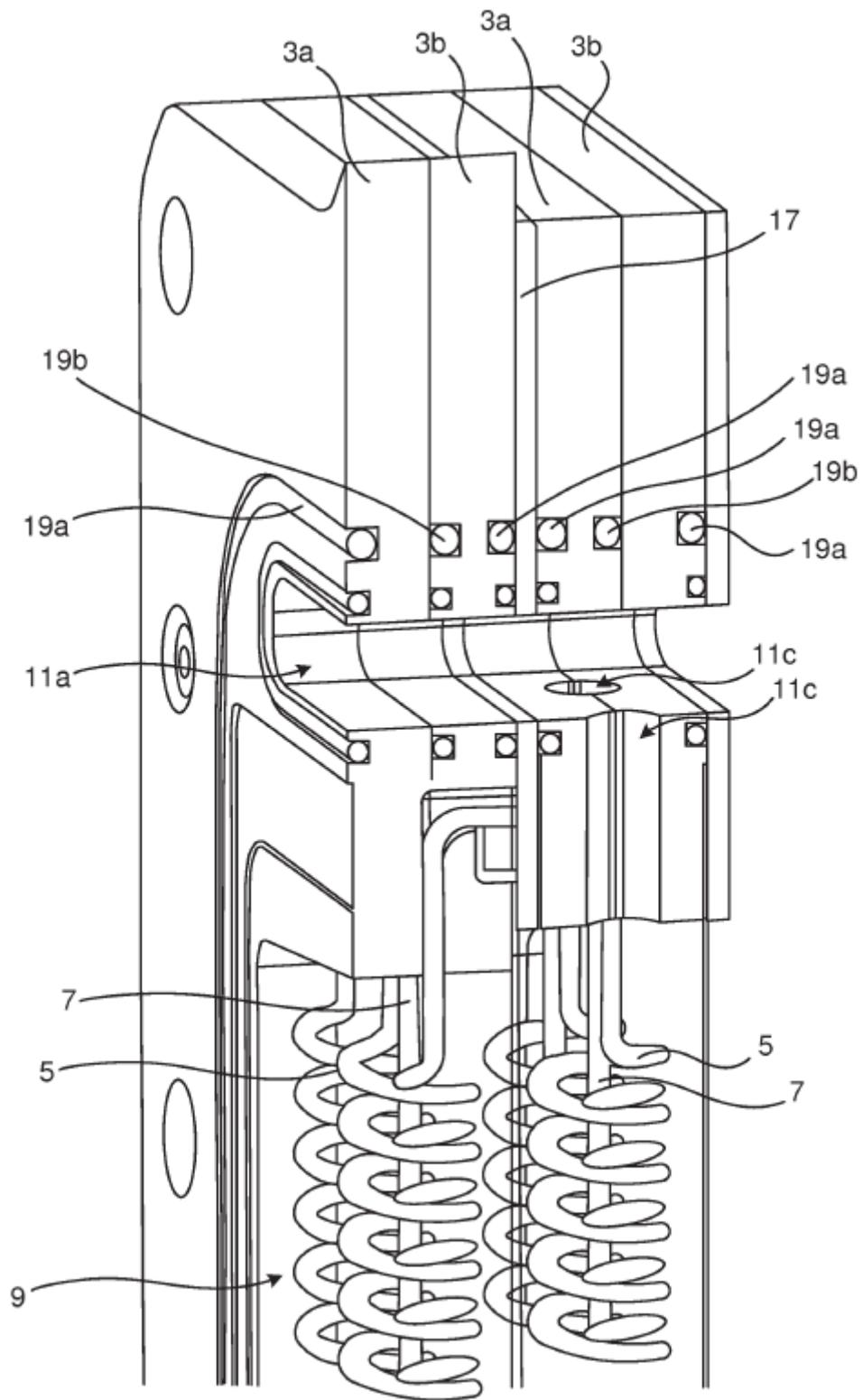


Fig. 3

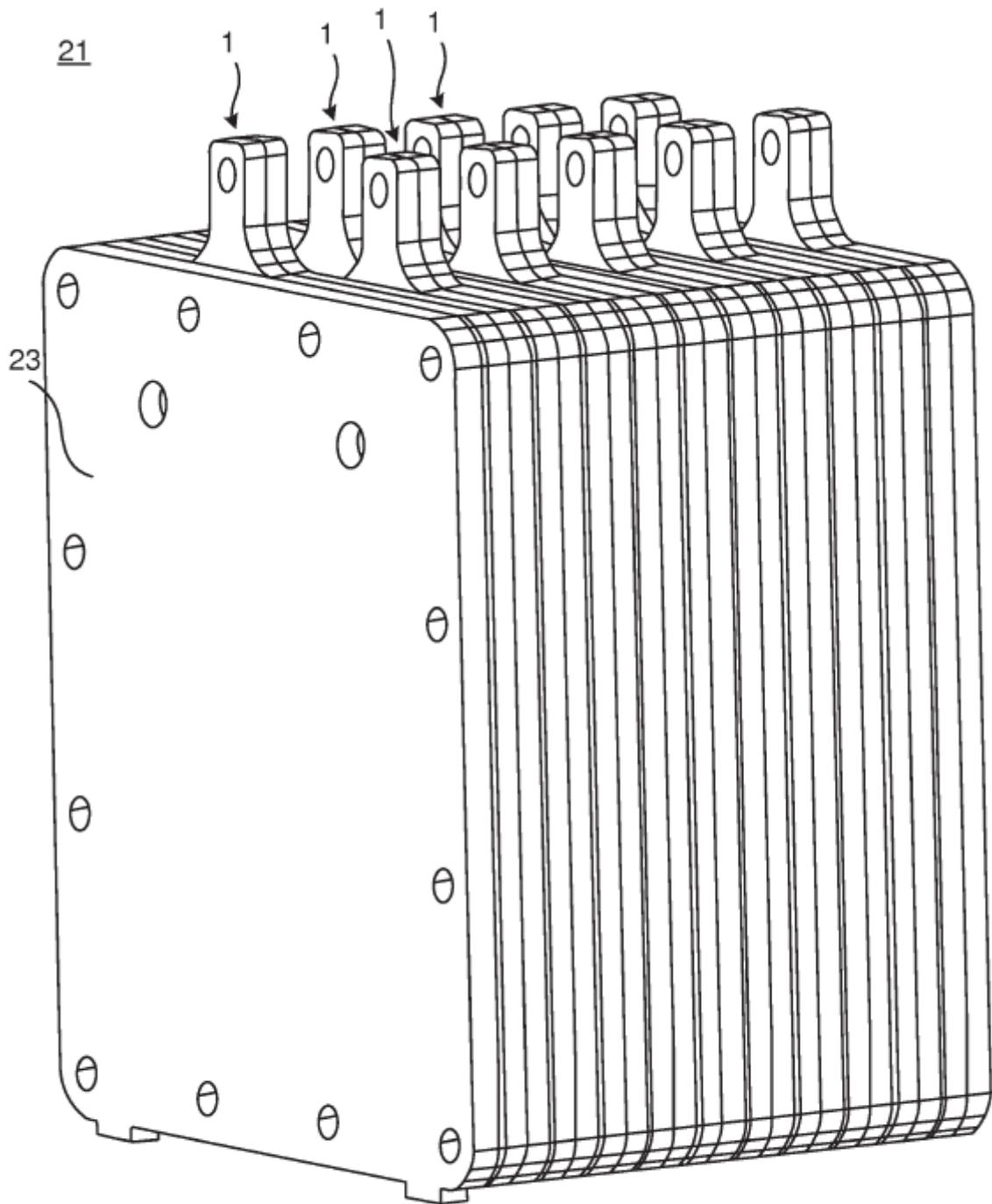


Fig. 4

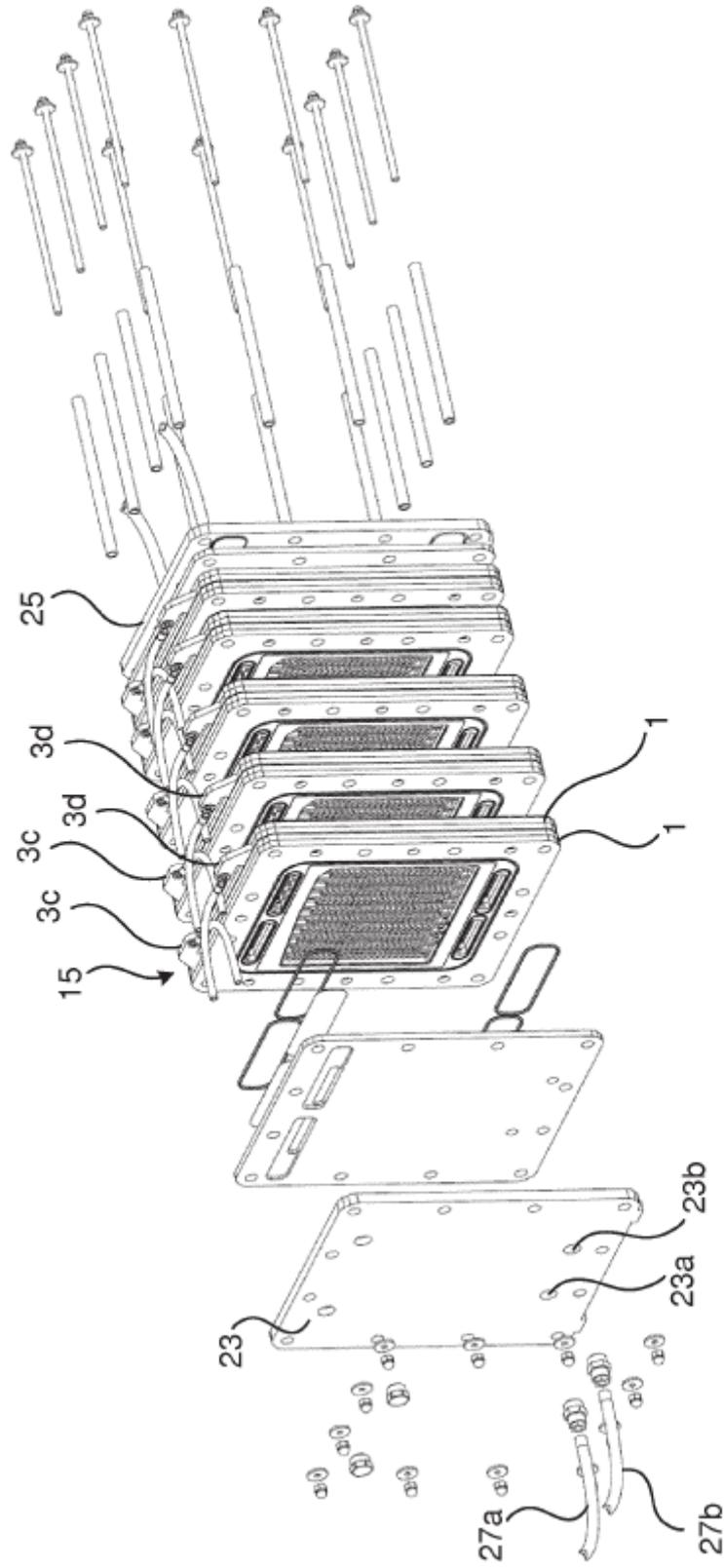


Fig. 5